

УДК 591.69—75

К ВОПРОСУ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФАУНУ ПАРАЗИТОВ РЫБ В ОЗЕРАХ

© Е. А. Румянцев

Петрозаводский государственный университет
Поступила 21.06.2006

Рассмотрены некоторые аспекты антропогенного воздействия на фауну паразитов рыб в озерах. Среди них выделены 3 типа: загрязнение стоками промышленных предприятий, антропогенная эвтрофикация и развитие аквакультуры. Их влияние на фауну паразитов рыб проявляется неодинаково.

В последние годы сильно возросло влияние на водоемы хозяйственной деятельности человека. Вмешательство его в экосистему озер бывает порою столь велико, что в течение короткого времени приводит к изменению самого типа водоема. Известен пример с озером Красным (Андроникова и др., 1980), когда за 30 лет он испытал переход из олиготрофного статуса в эвтрофированный. Однако имеются данные, свидетельствующие о том, что если прекращается поступление с водосбора биогенов, то водоем возвращается к исходному состоянию. В этом плане показателен пример с Великими американскими озерами (Одум, 1975). По некоторым сведениям (Слепухина и др., 2000), в Ладожском оз. за последние годы происходят сходные изменения.

Из большого разнообразия видов хозяйственного воздействия человека на фауну озер нами рассмотрены 3 основных типа. 1-й — загрязнение стоками различных промышленных предприятий (ЦБК, ГОК и др.). Сюда же можно отнести различные ядохимикаты, детергенты и атмосферные осадки (кислотные дожди). 2-й тип загрязнения связан с процессами антропогенной эвтрофикации, которая вызывается увеличением в водоемах количества биогенов (азот, фосфор). В их числе коммунальные стоки, смыв минеральных удобрений с полей и др. Здесь же можно рассматривать и влияние мелиорации болот, которое в конечном итоге усиливает процесс эвтрофикации озер. Сказывается также зарегулирование озер (строительство ГЭС). 3-й тип антропогенного воздействия на фауну озер, который выделяется нами в качестве самостоятельного, — это последствия развития в них аквакультуры.

Рассмотрим влияние на паразитов рыб загрязнения озер сточными водами целлюлозно-бумажных предприятий (ЦБК). Впервые сведения такого рода были получены Петрушевским (1940). Рыбы в районе Кондопожской губы Онежского оз., подвергнутой такому воздействию, имели меньшее

число видов паразитов и были слабее заражены ими по сравнению с другими районами данного водоема. У карповых рыб (плотва, лещ, укляя) почти отсутствовали миксоспоридии, моногенеи и раки. Помимо этого отмечалось также исчезновение ряда эндопаразитов, в частности некоторых трематод. Позднее Аникиева (1982), изучавшая влияние сточных вод Сегезского ЦБК на паразитофауну рыб Выгозера, в общем подтвердила эти исследования. Так, у леща более редкими паразитами стали моногенеи *Dactylogyrus wunderi*, *D. zandti*, рачок *Tracheliastes maculatus*. Некоторую устойчивость к загрязнению, по ее данным, проявляли из эктопаразитов моногенеи рода *Paradiplozoon*, а из паразитов со сложным циклом — те из них, промежуточными хозяевами которых служат олигохеты, наиболее устойчивые к загрязнению.

Аналогичные сведения были получены ранее и рядом других авторов (Ляйман, 1957; Сединкин, 1969; Костарев, 1979). Они показали влияние на зараженность рыб паразитами стоков некоторых промышленных предприятий (химические и металлургические заводы). Наблюдалось уменьшение общего числа видов паразитов (инфузории *Apiosoma*, *Trichodina*, моногенеи, рачки, пиявки и глосидии). У миксоспоридий *Myxobolus muelleri* было обнаружено увеличение числа атипичных спор. В Ладожском оз. под влиянием аварийных промышленных выбросов (Сясьстрой) нами также было отмечено отрицательное воздействие на инфузорий и моногеней, численность которых уменьшилась.

Куперман (1992) рассмотрел влияние на паразитов рыб промышленных сбросов коксохимического производства (после аварии очистных сооружений Череповецкого металлургического комбината). Было отмечено также снижение зараженности рыб эктопаразитами — простейшими, моногеней, ракообразными и пиявками. Вместе с тем моногенеи *Diplozoon paradoxum* и цестоды *Caryophyllaeus laticeps* проявили высокую устойчивость к загрязнению. Однако у них были выявлены аномалии, в частности редукция прикрепительных клапанов и пр. Число цестод, связанных в жизненном цикле с веслоногими раками, снизилось, но зараженность рыб цестодой *C. laticeps*, промежуточными хозяевами которой служат олигохеты, возросла. Они стали доминирующим объектом питания леща, после того как численность хирономид упала. Куперман полагает, что биоиндикаторами загрязнения должны служить высокоустойчивые к токсическому воздействию гидробионты, а не наоборот, как это до сих пор считалось. Мы здесь не видим противоречия. Указанные паразиты действительно реагируют на промышленное загрязнение, которое было слишком высоким. Обычно же мы имеем дело с постепенным нарастанием загрязнения водоемов, и в таком случае, безусловно, более надежными индикаторами являются высокочувствительные виды паразитов.

Что касается влияния «кислотных» дождей, то известно, что они ведут к увеличению кислотности вод. Здесь нельзя не видеть аналогии с теми изменениями фауны паразитов, которые происходят при дистрофикации озер (Румянцев, 1996). Поскольку данное загрязнение усиливает процесс естественной дистрофикации озер, его можно именовать антропогенной дистрофикацией (по аналогии с антропогенным эвтрофированием). Воздействие такого типа вызывает снижение количественных показателей зараженности рыб паразитами, в первую очередь инфузориями, моногеней и раками. Как видно, во многих случаях промышленного загрязнения мы имеем дело как бы с «противопаразитарной обработкой» рыб непосредственно в условиях естественного водоема.

Таблица 1

Изменение зараженности рыб широким лентецом за многолетний период
 Table 1. Changer of the fishes infestation with broad tapeworm in Lakes Onega and Ladoga for the long-term period

| Рыба | Онежское оз. (район р. Волды) | | Ладожское оз. (район р. Свири) | |
|-------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|
| | 1932—1934 гг.* | 1978—1979 гг. | 1938—1940 гг.** | 1995—1997 гг. |
| Окунь | 40/1.2 | — | 53/0.3 | — |
| Ерш | 13/0.3 | 13/0.1 | 73/10.0 | 47/0.6 |
| Налим | 100/95.0 | 80/4.0 | 100/184.0 | 100/45.0 |
| Щука | 87/12.1 | 33/0.3 | 100/134.0 | 100/15.0 |

Примечание. Перед скобкой — экстенсивность заражения, %; после скобки — индекс обилия, экз. * — Петрушевский, 1940; ** — Барышева, Бауэр, 1957.

Многие виды хозяйственной деятельности человека способствуют эвтрофированию озер. Так, смыв минеральных удобрений с полей увеличивает поступление биогенов. Они, как правило, усиливают естественный процесс эвтрофирования. Примеры такого влияния хорошо известны во многих водоемах Европейского Севера — оз. Красном (на Карельском перешейке), Сямозере и Крошнозере (в Карелии), Ладожском оз. Изменения паразитофауны рыб, вызванные эвтрофикацией, хорошо известны (Румянцев, 1996, 1997, 2004) и здесь не рассматриваются.

Загрязнение бытовыми стоками способствует распространению в озерах опасного паразита человека — широкого лентеца (*Diphyllbothrium latum*). Однако в последние годы наметилась тенденция к снижению зараженности им рыб. Основной причиной этого служит улучшение санитарно-эпизоотического состояния водоемов, вызванное повышением общей культуры населения и снижением поступления в озера неочищенных бытовых стоков. В Онежском и Ладожском озерах за многолетний период (почти полвека) произошло значительное снижение зараженности рыб плероцеркоидами широкого лентеца (табл. 1).

Интерес представляют многолетние изменения зараженности рыб Ладожского оз. скребнями рода *Corynosoma* (табл. 2). До 1950-х годов наблюдалось явное возрастание зараженности рыб паразитами, которое сменилось к концу столетия обратной тенденцией. На наш взгляд, это является прямым отражением тех процессов, которые происходили в Ладожском оз. Естественный процесс эвтрофикации в этом водоеме, как известно, был сильно нарушен антропогенным воздействием, в частности загрязнением его, которое, скорее всего, повлияло на численность окончательного хозяина этих паразитов — нерпы.

Своеобразно сказывается на паразитофауне рыб влияние звероводческих хозяйств. Об этом можно судить на примере Святозера в южной Карелии. С одной стороны, наличие их вблизи озер ускоряет процесс эвтрофикации. С другой, что для нас особенно интересно, нарастающий процесс эвтрофикации не ведет, как это обычно бывает, к увеличению численности паразитов, жизненный цикл которых протекает при участии рыбацких птиц (в частности, трематода *Diplostomum*). Здесь произошел известный разрыв в жизненном цикле этих паразитов, поскольку изменились трофические связи между хозяевами. Чайки питаются остатками корма со зверофермы, рас-

Таблица 2

Изменение зараженности рыб Ладожского оз. скребнями рода *Corynosoma* за многолетний период

Table 2. Changer of the fishes infestation with the acanthocephalan genus *Corynosoma* in Lakes Ladoga for the long-term period

| Рыба | <i>Corynosoma strumosum</i> | | | <i>Corynosoma semerme</i> | | |
|---------|-----------------------------|-----------|---------|---------------------------|-----------|---------|
| | 1917 г.* | 1957 г.** | 2001 г. | 1917 г.* | 1940 г.** | 2001 г. |
| Корюшка | 0 | 73/6.0 | 25/0.4 | 0 | 100/23.0 | 81/5.0 |
| Окунь | 5/+ | 80/6.0 | 7/0.1 | 9/0.4 | 93/8.0 | 13/0.1 |
| Ерш | 0 | 60/11.0 | 53/2.0 | 0 | 73/7.0 | 73/14.0 |
| Судак | 5/0.1 | 100/66.0 | 87/3.3 | 9/+ | 100/58.0 | 93/12.0 |

Примечание. * — Jaaskelainen, 1921; ** — Барышева, Бауер, 1957.

положенной на берегу озера, а не рыбой из этого водоема, что и вызывает данный парадокс.

Обратимся к вопросу зарегулирования озер. В Выгозере (средняя Карелия) зарегулирование ускорило естественный процесс дистрофикации водоема, так как была затоплена значительная площадь болот (Александров и др., 1959). Произошло сильное ограничение развития представителей многих видов паразитов и в первую очередь бореального предгорного и арктического пресноводного фаунистических комплексов. Усиление дистрофикации в данном случае следует считать не чем иным, как антропогенным загрязнением водоема. Зарегулирование другого крупного водоема на севере Карелии — Пяозера в отличие от Выгозера сопровождалось не дистрофикацией его болотными водами, а поступлением биогенов с затопленной территории. В результате этого биомасса зообентоса увеличилась более чем в 3 раза, включая понтопорею (Шпак, 1981). Возрос удельный вес паразитов, связанных в развитии с реликтовыми раками (*Echinorhynchus salmonis*, *Cystidicola farionis*). Однако через 20 лет водоем пришел к прежнему состоянию, т. е. эта вспышка продуктивности, связанная с зарегулированием, оказалась временной.

Создание гидросооружений на реках отражается на паразитофауне семги (Митенев, Шульман, 1980). В результате длительного (в течение лета) пребывания рыб под плотиной у них отмечено появление большого количества пресноводных паразитов (*Triaenophorus crassus*, *Diphyllbothrium* sp.), заражение которыми происходит при питании зоопланктоном и мелкой рыбой. При этом было отмечено возникновение очагов триэнофороза. Еще ранее на увеличение зараженности сигов цестодой *T. crassus* при зарегулировании озер указывали исследователи Швеции (Petersson, 1971). В то же время в отношении заражения сига цестодой *Cyathocephalus truncatus* наблюдалась обратная картина.

Проведение мелиоративных работ приводит к снижению уровня грунтовых вод и обсыханию литорали озер. В Сямозере (южная Карелия) это вызывало усиление эвтрофикации и значительные изменения фауны, которые с ней были связаны (Малахов, Иешко, 1977). В частности, возникли микроспоридиоз (*Glugea hertwigi*) корюшки и лигулез (*Ligula intestinalis*) леща. Что касается самых крупных олиготрофных озер — Онежского и Ладожского, то, по нашим данным (Румянцев, 2002), эти озера, несмотря на происходящие изменения, сохраняют в основе свой олиготрофный статус и видо-

вое разнообразие фауны. Процессы эвтрофикации, дистрофикации и загрязнения затрагивают лишь отдельные заливы и губы этих озер.

В последние годы не без помощи человека усилился процесс иммиграции на север гидробионтов с юга. В Ладожском оз. произошло широкое расселение многих свободноживущих гидробионтов, например бокоплава *Gmelinoides fasciatus* (Слепухина и др., 2000), и паразитов — скребня *Paracanthocephalus gracilacanthus*, нематоды *Anguillicola crassus*, рачка *Neoergasilus japonicus* (Румянцев, 2002). Широкую известность получило расселение в новом ареале, т. е. в бассейнах Норвежского и Белого морей моногенеи *Gyrodactylus salaris* (Johnson, Jensen, 1986; Ieshko et al., 1996).

Обратимся к влиянию на паразитофауну рыб интродукции их в озерах. В нашем распоряжении имеется ряд примеров, связанных с разведением сиговых рыб. Паразитофауна этих рыб, вселенных в озера Карелии, формировалась за счет широкоспецифичных видов аборигенной фауны (Румянцев, 1975). Преобладали паразиты с прямым циклом развития и активно инвазирующие хозяина (*Capriniana piscium*, *Trichodina nigra*, *Apiosoma piscicolum*, *Diplostomum spathaceum*). Из паразитов, заражение которыми связано с поеданием промежуточных хозяев, наблюдался переход от аборигенов к вселенцам цестоды *Proteocephalus percae*. Арктический пресноводный комплекс паразитов был выражен слабо и образован немногими видами (*Diphyllobothrium dendriticum*, *Ichthyocotylurus erraticus*), окончательными хозяевами которых служат рыбацкие птицы. На формировании паразитофауны сиговых рыб сказывается типология озер. В ацидотрофных озерах у них насчитывается всего 1–2 вида. Выпадали даже трематоды рода *Diplostomum*, поскольку моллюски (необходимые промежуточные хозяева) отсутствуют. Внесение извести и минеральных удобрений в такие озера приводило в конечном итоге к заражению рыб метацеркариями *Diplostomum*. В дистрофных озерах паразитофауна вселенных рыб также характеризовалась большим разнообразием. В эвтрофированных озерах (Крошнозеро, Маткъярви, Иматозеро) паразитофауна пеляди и сига, которые вселялись, получала большее развитие. Высокую зараженность рыб обеспечивали трематоды рода *Diplostomum*.

При садковом выращивании радужной форели в озерах характер паразитофауны ее также зависит от типологии водоема. В условиях эвтрофированных озер (Крошнозеро) обеспечивается заражение форели многими широкоспецифичными видами паразитов, которые переходят от местных рыб. Преобладают паразиты с прямым циклом (инфузории *Apiosoma*, *Trichodina* и др., рачки *Argulus foliaceus*). Некоторых паразитов со сложным циклом форель получает вместе с зоопланктоном (*Triaenophorus nodulosus*, *T. crassus*). Отрицательно сказывается загрязнение воды в районе садков остатками корма и экскрементами рыб. Накопление органических веществ ведет к увеличению численности моллюсков лимнеид — промежуточных хозяев *Diplostomum*. В связи с ростом бактериальной флоры увеличивается численность инфузорий родов *Apiosoma* и *Trichodina*. Размещение садковых линий в эвтрофированных озерах, особенно в литоральной зоне, способствует возникновению инвазионных заболеваний форели — триэнофороза (*Triaenophorus nodulosus*, *T. crassus*), аргулеза (*Argulus foliaceus*), диплостомоза (*Diplostomum spathaceum* и др.), костииоза (*Costia necatrix*), ихтиофтириоза (*Ichthyophthirius multifiliis*). В олиготрофных озерах по сравнению с эвтрофированными паразитологическая ситуация в садках оказывается более благополучной. Однако при этом существует потенциальная возможность заражения форели специфичными для лососевых рыб паразитами (*Discoco-*

tyle sagittata и др.). В целом садковое рыбоводство в озерах не только вызывает загрязнение их органическими веществами, но и ведет к накоплению инвазионного начала.

Диплостомоз и триэнофороз — основные инвазионные заболевания сиговых и радужной форели, с которыми пришлось столкнуться при разведении рыб в озерах Карелии. Становление очагов их идет весьма быстро. Так, вид *Trienophorus crassus*, попав в новый водоем, где его не было, за 2—3 года становился широко распространенным паразитом. В Иматозере сиг и радужная форель оказались заражены им на 100 % при средней интенсивности 20 экз. Возникновение заболеваний рыб в озерах облегчается не только большой численностью хозяев паразитов, но и самой спецификой рыбоводства, связанной с интенсивным использованием озер (интродукция рыб, внесение минеральных удобрений и пр.).

Имелись попытки выращивания карпа в малых озерах Карелии. В связи с этим нами была исследована его паразитофауна. Она складывалась из 2 групп, различных по происхождению. К 1-й относятся узкоспецифичные виды, завезенные вместе с карпом (моногеней *Dactylogyrus extensus*, *D. anchoratus*, *Gyrodactylus stankovici*, *G. sprostonae*, *G. cyprini* и цестоды *Khawia sinensis*, *Bothriocephalus opsariogthydis*). 2-ю группу составляют малоспецифичные виды (инфузории родов *Apiosoma*, *Trichodina* и др., трематоды рода *Diplostomum*, рачок *Argulus foliaceus*), которые перешли на карпа от местных рыб. В силу климатических условий южные паразиты карпа не получили развития и исчезли. Исключением явился лишь вид *Gyrodactylus sprostonae*, который в годы с высокими летними температурами давал даже увеличение численности.

В заключение заметим, что понятие «загрязнение» применяется нами только для характеристики процессов, связанных с хозяйственной деятельностью человека. На наш взгляд, оно не имеет отношения к живой природе, т. е. применение термина «паразитарное загрязнение» нельзя признать удачным.

ВЫВОДЫ

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Паразитофауна рыб в озерах зависит от характера хозяйственного воздействия человека на них.

2. Загрязнение стоками химических веществ промышленных предприятий приводит, как правило, к уменьшению видового разнообразия паразитов и снижению количественных показателей зараженности ими рыб. В первую очередь это относится к эктопаразитам — инфузориям, моногеней, пиявкам и ракам. Однако загрязнение органическими веществами от сельскохозяйственных и бытовых стоков вызывает преимущественно обратный эффект.

3. Антропогенное эвтрофирование озер усиливает ход естественных процессов изменений фауны паразитов рыб. При этом разнообразие видов паразитов падает, но количественные показатели зараженности немногими из них растут.

4. Развитие аквакультуры в озерах усиливает загрязнение их органическими веществами и в целом ухудшает санитарно-эпизоотическое состояние водоемов, способствует увеличению численности отдельных видов паразитов и усиливает потенциальную опасность возникновения заболеваний.

Список литературы

- Александров Б. М., Макарова Е. Ф., Смирнов А. Ф. Озеро Выгозеро // Озера Карелии: Природа, рыбы и рыбное хоз-во: Справочник, Петрозаводск, 1959. С. 482—502.
- Андроникова И. Н., Кузьменко К. Н., Стравинская Е. А., Трифонова И. С. Оценка изменений в экосистеме оз. Красного при его эвтрофировании за 1964—1975 гг. // Эвтрофирование мезотрофного озера. Л., 1980. С. 230—241.
- Аникиева Л. В. Влияние сточных вод Сегежского целлюлозно-бумажного комбината на гельминтофауну рыб Выгозера // Экология паразитических организмов в биогеоценозах Севера. Петрозаводск, 1982. С. 83—94.
- Барышева А. Ф., Бауер О. Н. Паразиты рыб Ладожского озера // Изв. ВНИОРХ. 1957. Т. 42. С. 175—226.
- Костарев Г. Ф. Динамика ихтиопаразитофауны Камских водохранилищ — показатель воздействия промышленных и бытовых стоков // Тез. докл. 7 Всесоюз. совещ. по паразит. и болезн. рыб. Л., 1979. С. 57—58.
- Куперман Б. И. Паразиты рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов // Паразитология. 1992. Т. 26, вып. 6. С. 479—482.
- Ляйман Э. М. Влияние сточных вод заводов на инвазии рыб р. Камы // Тр. Моск. техн. ин-та рыбн. пром. и хоз. 1957. Вып. 8. С. 235—240.
- Митенев В. К., Шульман Б. С. Влияние гидросооружений и водохранилищ на паразитофауну атлантического лосося (*Salmo salar* L.) // Паразитология. 1980. Т. 14, вып. 2. С. 97—102.
- Малахов Р. П., Иешко Е. П. Изменение паразитофауны рыб Сямозера за прошедшие 20 лет // Сямозеро и перспективы его рыбохоз. использ. Петрозаводск, 1977. С. 185—199.
- Одум Ю. Основы экологии. М., 1975. 740 с.
- Петрушевский Г. К. Материалы по паразитологии рыб Карелии. 2. Паразиты рыб Онежского озера // Уч. зап. Ленингр. гос. пед. ин-та. 1940. Т. 30. С. 133—186.
- Румянцев Е. А. Влияние некоторых факторов на паразитофауну рыб при интродукции в озера Карелии // Паразитология. 1975. Т. 9, вып. 4. С. 305—311.
- Румянцев Е. А. Эволюция фауны паразитов рыб в озерах. Петрозаводск, 1996. 188 с.
- Румянцев Е. А. Паразиты рыб как экологические индикаторы эвтрофикации озер // Экология. 1997. Т. 28, вып. 5. С. 347—350.
- Румянцев Е. А. Фауна паразитов рыб Онежского и Ладожского озер (черты сходства и различия) // Паразитология. 2002. Т. 36, вып. 4. С. 310—315.
- Румянцев Е. А. Экологическая сукцессия фауны паразитов рыб в озерах // Паразитология. 2004. Т. 38, вып. 2. С. 180—190.
- Сединкин А. Н. Особенности заражения рыб гельминтами в водоемах, загрязняемых промышленными стоками // В кн.: Вопр. зоол. Челябинск. 1969. Вып. 1. С. 73—75.
- Слепухина Т. Д., Барбашова М. А., Расплетина Г. Ф. Многолетние сукцессии и флуктуации макрозообентоса в различных зонах Ладожского озера // Ладожское озеро. Петрозаводск, 2000. С. 249—255.
- Шпак А. Д. Зообентос озера Пяозера в связи с регулированием стока // Тез. докл. 2 сессии учен. Совета по пробл. «Биол. рес. Белого моря и внутр. водоем. Европ. Сев.». Петрозаводск, 1981. С. 27—28.
- Ieshko E. P., Shulman B. S., Shurov I. L. Peculiarities of Atlantic salmon parasite fauna (*Salmo salar*) // Rep. semin. Fish diseases Norway. Kirkenes. 1996. Vol. 12. P. 52—54.
- Jaaskelainen V. Über die Nahrung und die Parasiten der Fische in Ladogasee // Ann. Acad. Sci. fenn. Ser. A. 1921. Vol. 14, N 3. P. 1—55.
- Johnsen B. O., Jensen A. J. Infestations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers // Journ. Fish. Biol. 1986. Vol. 29. P. 233—241.
- Petersson A. The Cestoda fauna of the genus *Coregonus* in Sweden // Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm. 1971. Vol. 51. P. 124—183.

SOME ASPECTS OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON FISH PARASITE FAUNA IN LAKES

E. A. Rumyantsev

Key words: fish parasites, eutrophication, anthropogenic impact.

SUMMARY

Anthropogenic influence on the fish parasite fauna in lakes is studied. Three types of the influence are considered, namely pollution by industrial effluent, anthropogenic eutrophication, and development of aquaculture. Their effects on the fish parasite fauna were found to be different.
